COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'excentricité de l'orbite du cinquième satellite de Jupiter.* Note de M. F. TISSERAND.

« J'ai montré l'an dernier (*Comptes rendus,* 26 décembre 1893) que, si l'excentricité de l'orbite du cinquième satellite de Jupiter était sensible, on ne pourrait la déterminer qu'en ayant égard à la rotation du périjove du satellite, résultant de l'aplatissement de la planète. J'avais fixé cette rotation à $+ 882°$ en un an, soit $+ 2°,42$ en un jour.

» M. Barnard, l'auteur de la découverte du satellite, vient de publier le résultat de ses observations de 1892 et de 1893 (*Astronomical Journal,* n° 325); j'ai pensé que le moment était venu de faire une première détermination de l'excentricité et de la longitude du périjove à un moment donné.

» Voici d'abord les nombres communiqués par M. Barnard pour les élongations est et ouest du cinquième satellite, ces élongations étant rapprochées à la distance moyenne 5,20 de Jupiter :

			Élongation est.	Élongation ouest.
			$''$	$''$
1892.	Septembre	10......	48,04	
		11......	48,00	
		12......	48,27	
		14......	48,12	
		23......	47,75	
		27......	48,37	
	Octobre	7......	48,29	
		9......	48,13	47,17
		17......	»	47,34
		23......	48,30	47,59
		28......	48,20	47,86
	Novembre	4......	48,06	48,17
		6......	48,13	»
		11......	47,95	47,80
		13......	47,85	»
		18......	»	47,95
1893.	Septembre	24......	47,56	
	Octobre	1......	47,73	
		2......	47,72	
	Novembre	6......	47,72	
		19......	47,76	
	Décembre	10......	48,12	

» On a, en négligeant le carré de l'excentricité et désignant par φ la longitude du satellite, cette expression du rayon vecteur

$$r = a - ae\cos(\varphi - \varpi_0 - \varpi_1 t),$$

en appelant a le demi grand axe, e l'excentricité, ϖ_0 la longitude du périjove à une certaine époque (nous avons pris le 28 octobre 1892), ϖ_1 son moyen mouvement diurne, t le nombre de jours écoulés à partir de l'époque ci-dessus. Soit l la longitude géocentrique de Jupiter à l'époque t; on a, dans les élongations,

$$\varphi = l - 90^\circ, \text{ à l'ouest},$$
$$\varphi = l + 90^\circ, \text{ à l'est}.$$

» Il en résulte, dans ces élongations, les valeurs correspondantes r_0 et r_e

de r :

$$r_0 = a - ae\sin(l - \varpi_0 - \varpi_1 t),$$
$$r_e = a + ae\sin(l - \varpi_0 - \varpi_1 t).$$

» Soit posé

$$(1) \qquad ae\cos\varpi_0 = x, \qquad ae\sin\varpi_0 = y,$$

il viendra

$$(2) \qquad \begin{cases} r_0 = a - x\sin(l - \varpi_1 t) + y\cos(l - \varpi_1 t), \\ r_e = a + x\sin(l - \varpi_1 t) - y\cos(l - \varpi_1 t). \end{cases}$$

» J'ai comparé ces formules aux valeurs observées, ou plutôt à des positions normales indiquées par des coupures dans le Tableau des observations. J'ai emprunté les valeurs de l à la *Connaissance des Temps;* j'ai obtenu d'abord ces valeurs normales :

r_e.	r_0.
$''$	$''$
48,11	»
48,14	»
48,19	»
47,98	47,51
47,67	47,97
47,74	»
48,12	»

puis les équations

$$(3) \qquad \begin{cases} 48'',11 = a + 0,71x + 0,70y, \\ 48,14 = a + 0,99x - 0,10y, \\ 48,19 = a + 0,26x - 0,96y, \\ 47,98 = a - 0,26x - 0,97y, \\ 47,67 = a - 0,51x - 0,86y, \\ 47,74 = a - 0,63x + 0,78y, \\ 48,12 = a + 0,53x + 0,85y, \\ 47,51 = a - 0,65x + 0,76y, \\ 47,97 = a + 0,61x + 0,78y. \end{cases}$$

» J'ai déduit de ces équations, par la méthode des moindres carrés,

$$(4) \qquad a = 47'',906, \qquad x = +\,0'',339, \qquad y = -\,0'',084.$$

» Les résidus (observat. moins calcul que laissent ces valeurs (4) dans

les équations (3), sont désignés par R dans le Tableau suivant. J'ai mis en regard les résidus R_0 que l'on obtient en supposant l'orbite circulaire, et les résidus R_1 que l'on trouve en laissant le périjove immobile [dans ce dernier cas, $\varpi_1 = 0$; il faut former de nouvelles équations analogues aux équations (3), les résoudre et calculer les résidus; je ne reproduis pas tous ces calculs, pour abréger].

R_0.	R_1.	R.	
+0″,17	+0″,02	+0″,02	
+0,20	+0,04	−0,11	
+0,25	+0,06	+0,12	
+0,06	−0,14	+0,08	$\Sigma R_0^2 = 0,466$
−0,27	−0,14	−0,13	$\Sigma R_1^2 = 0,235$
−0,20	−0,11	+0,11	$\Sigma R^2 = 0,087$
+0,18	+0,24	+0,10	
−0,43	−0,24	−0,09	
+0,03	+0,25	−0,08	

» On voit que la représentation des résidus R est beaucoup plus satisfaisante que celles des R_1 et des R_0.

» Les formules (1) et (4) donnent

$$(5) \qquad a = 47'',906; \qquad e = 0,0073, \qquad \varpi_0 = -14°.$$

» On pourra prendre

$$(6) \qquad \varpi_0 = -4° \quad \text{pour} \quad 1892 \text{ nov. } 1,0.$$

» Les valeurs numériques (5) et (6) constituent une première approximation, que les observations des années suivantes permettront d'améliorer. L'excentricité $e = \frac{1}{140}$ environ est petite; mais elle est nettement indiquée par les excellentes observations de M. Barnard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de transformations des équations différentielles linéaires;* par M. **Émile Picard.**

« J'ai montré autrefois (*Comptes rendus*, 1883, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1887) comment on pouvait étendre aux équations différentielles linéaires la théorie célèbre de Galois relative aux équations algébriques. J'ai appelé l'attention sur la notion du *groupe de transformations*

d'une équation linéaire; la proposition fondamentale à ce sujet consiste en un théorème et sa réciproque, celle-ci étant énoncée dans mon Mémoire avec une restriction inutile. Ces questions ont été approfondies récemment par M. Vessiot dans une Thèse extrêmement remarquable; mais M. Vessiot se place dans son travail à un tout autre point de vue que moi, et la marche que j'ai suivie pour poser les bases de cette théorie, marche qui se rapproche beaucoup de celle de Galois pour les équations algébriques, me paraît à divers égards préférable. Je crois donc utile de reprendre complètement la question en comblant la légère lacune que j'avais laissée subsister dans la réciproque du théorème fondamental.

» 1. Plaçons-nous d'abord dans le cas, le plus simple et le plus intéressant sans doute pour les applications, d'une équation linéaire à coefficients rationnels. Soit donc

$$\frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0 \tag{1}$$

une telle équation, où nous supposons que les coefficients sont des fonctions rationnelles de x, et soit $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un système fondamental d'intégrales.

» J'envisage l'expression suivante

$$V = A_{11} y_1 + \ldots + A_{1m} y_m + A_{21} \frac{dy_1}{dx} + \ldots + A_{2m} \frac{dy_m}{dx} + \ldots + A_{mm} \frac{d^{m-1} y_m}{dx^{m-1}},$$

qui est, comme on voit, une expression linéaire et homogène par rapport aux y et leurs dérivées jusqu'à l'ordre $m-1$. Les coefficients A sont des fonctions rationnelles de x arbitrairement choisies. Cette fonction V satisfait à une équation linéaire d'ordre m^2 facile à former; désignons-la par

$$\frac{d^{m^2} V}{dx^{m^2}} + P_1 \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}} + \ldots + P_{m^2} V = 0. \tag{2}$$

On a, d'ailleurs, en différentiant V un nombre de fois égal à m^2-1, m^2 équations du premier degré par rapport aux y et leurs dérivées, qui donnent

$$y_1 = \alpha_1 V + \alpha_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \alpha_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$

$$y_2 = \beta_1 V + \beta_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \beta_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$y_m = \lambda_1 V + \lambda_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \lambda_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$

où les $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ sont rationnelles en x.

» A toute intégrale de l'équation (2) correspond un système d'intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_m$ de l'équation (1); ce système pourrait n'être pas fondamental. Cela arriverait si le déterminant des y et de leurs dérivées jusqu'à l'ordre $m-1$ était nul; en écrivant ceci, on obtiendra une certaine équation en V,

$$\varphi\left(x, \mathrm{V}, \frac{d\mathrm{V}}{dx}, \ldots, \frac{d^k\mathrm{V}}{dx^k}\right) = 0, \tag{3}$$

k étant au plus égal à m^2-1.

» On aura donc un système fondamental $y_1, y_2, \ldots, y_m$ si l'on prend pour V une intégrale de l'équation (2) ne satisfaisant pas à l'équation (3).

» Ceci posé, il arrivera en général, c'est-à-dire si l'équation (1) est prise arbitrairement, que l'équation (2) n'aura aucune solution commune avec une équation différentielle (linéaire ou non linéaire) à coefficients rationnels, d'ordre inférieur à m^2, si l'on fait abstraction des solutions qui satisfont à l'équation (3). Mais il pourra, dans certains cas, en être autrement; supposons donc que l'équation différentielle d'ordre p

$$f\left(x, \mathrm{V}, \frac{d\mathrm{V}}{dx}, \ldots, \frac{d^p\mathrm{V}}{dx^p}\right) = 0 \tag{4}$$

(f étant un polynome) remplisse cette condition. Je suppose, de plus, l'équation précédente *irréductible*, c'est-à-dire n'ayant aucune solution commune avec une équation de même forme et d'ordre moindre; dans ces conditions *toutes* les fonctions V satisfaisant à l'équation (4) satisferont à l'équation (2), et, de plus, l'équation (4) n'aura avec l'équation (3) *aucune* solution commune; par suite à chaque solution de $f=0$ correspond un système fondamental d'intégrales pour l'équation linéaire proposée.

» Soit donc $y_1, \ldots, y_m$ le système fondamental correspondant à une certaine solution de l'équation $f=0$ et $\mathrm{Y}_1, \ldots, \mathrm{Y}_m$ le système correspondant à une solution quelconque de la même équation; on aura

$$(\mathrm{S}) \qquad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{Y}_1 = a_{11}y_1 + \ldots + a_{1m}y_m, \\ \mathrm{Y}_2 = a_{21}y_1 + \ldots + a_{2m}y_m, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \mathrm{Y}_m = a_{m1}y_1 + \ldots + a_{mm}y_m. \end{array}\right.$$

Les coefficients a dépendent seulement de p paramètres arbitraires, et l'on voit très facilement qu'on peut les considérer comme des fonctions algébriques de ces paramètres; de plus, ces substitutions forment un *groupe*. Je désigne par G le groupe continu et algébrique de transformations

linéaires défini par les équations (S), et je l'appelle le *groupe de transformations* relatif à l'équation linéaire (1).

» 2. On peut établir, à l'égard de ce groupe, la proposition suivante qui rappelle le théorème fondamental de Galois dans la théorie des équations algébriques :

» *Toute fonction rationnelle de x, de $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et de leurs dérivées, s'exprimant rationnellement en fonction de x, reste invariable quand on effectue sur $y_1, y_2, \ldots, y_m$ les substitutions du groupe* G.

» Considérons en effet une telle fonction; en y remplaçant $y_1, y_2, \ldots, y_m$ par leur valeur en fonction de V, et égalant à une fonction rationnelle, on aura

$$F\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = R(x),$$

F et R étant rationnelles. Or cette équation se trouvera vérifiée pour une certaine solution V de $f = 0$; elle le sera par suite pour toutes les solutions d'après l'irréductibilité de cette dernière équation. Ceci revient à dire que la fonction rationnelle considérée ne change pas quand on effectue sur $y_1, y_2, \ldots, y_m$ la substitution S.

» 3. Ce qui précède reproduit ce que j'avais déjà dit antérieurement. Arrivons maintenant au théorème réciproque. Nous allons montrer que :

» *Toute fonction rationnelle de x, $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées qui reste invariable par les substitutions du groupe* G *est une fonction rationnelle de x.*

» Je ne l'ai démontré (*Annales de Toulouse*, t. I, p. 5) que si l'équation linéaire proposée a son intégrale régulière dans le voisinage de chaque point singulier (pour les autres cas, j'énonçais fonction *uniforme* de x au lieu de fonction *rationnelle* de x). Cette restriction est inutile, et nous allons facilement démontrer le théorème. Soit $\Phi(x, y_1, \ldots, y_m, \ldots)$ une fonction satisfaisant aux conditions de l'énoncé; il faut montrer que, si l'on met à la place de $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un certain système fondamental, la fonction Φ sera une fonction rationnelle de x. Or remplaçons les y et leurs dérivées par leurs valeurs en fonction de V, nous aurons

$$\Phi = F\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right).$$

» Je dis que, si l'on prend pour V une intégrale quelconque de (4), cette expression sera une fonction rationnelle de x. Remarquons d'abord que, d'après l'hypothèse faite sur Φ, la fonction $F(x, V, \ldots)$ représentera la même fonction de x, quelle que soit la fonction V satisfaisant à l'équa-

tion (4). Or soit μ le degré en $\frac{d^pV}{dx^p}$ de cette dernière équation; pour des valeurs arbitraires données à

$$x, \quad V, \quad \frac{dV}{dx}, \quad \ldots, \quad \frac{d^{p-1}V}{dx^{p-1}},$$

l'équation $f=0$ a μ racines distinctes. En se servant de l'équation (4), on peut supposer que dans F la dérivée d'ordre p de V ne figure qu'au degré $\mu-1$ au plus. Cette substitution faite, F devient une fonction

$$F_1\left(x, V, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right),$$

rationnelle par rapport aux lettres dont elle dépend et contenant $\frac{d^pV}{dx^p}$ à la puissance $\mu-1$ au plus dans son numérateur et son dénominateur. Comme, pour une valeur donnée de x, la fonction F_1 prend la même valeur pour toutes les valeurs de V, $\frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}$ satisfaisant à la relation

$$f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right)=0,$$

qui est irréductible et de degré μ en $\frac{d^pV}{dx^p}$, il faut que F_1 ne dépende que de x. *La fonction* Φ *est donc une fonction rationnelle de* x, comme nous voulions l'établir.

» On remarquera que, dans les démonstrations précédentes, on ne considère pas les fonctions rationnelles de $x, y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées comme contenant des fonctions indéterminées $y_1, \ldots, y_m$, mais on doit toujours entendre que $y_1, y_2, \ldots, y_m$ représente un certain système fondamental de l'équation linéaire proposée.

» 4. Nous nous sommes placé dans le cas le plus simple. Pour avoir la théorie dans toute sa généralité, on peut supposer que les coefficients $p_1, \ldots, p_m$ de l'équation linéaire sont des fonctions rationnelles de x et d'un certain nombre de fonctions *adjointes*

$$A(x), \quad B(x), \quad \ldots, \quad L(x)$$

et de leurs dérivées jusqu'à un ordre quelconque. Il n'y a aucune modification essentielle à faire à ce qui précède. Seulement les coefficients de l'équation $f=0$ ne seront pas nécessairement des fonctions rationnelles de x, mais des fonctions rationnelles de x, de A, B, ..., L et de leurs

dérivées. On a alors à considérer des fonctions rationnelles de x, de A, B, ..., L et leurs dérivées, de $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées, et c'est à de telles fonctions que s'appliquent le théorème fondamental et sa réciproque; ceux-ci sont relatifs aux fonctions s'exprimant rationnellement à l'aide de x, de A, ..., L et leurs dérivées.

» 5. Pour achever de poser la notion du groupe de transformations d'une équation linéaire, il faut encore démontrer que la double propriété, dont jouissent les substitutions de ce groupe à l'égard de l'équation proposée, leur appartient exclusivement. Considérons à cet effet, en nous plaçant dans le même cas qu'au n° 1, le premier membre

$$f\left(x, \mathrm{V}, \frac{d\mathrm{V}}{dx}, \ldots, \frac{d^p\mathrm{V}}{dx^p}\right),$$

de l'équation (4), où nous supposons d'abord que V soit une solution quelconque de (2).

» En remplaçant V par sa valeur en $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées, l'expression f deviendra une fonction

$$\Phi(x, y_1, y_2, \ldots, y_m, \ldots).$$

» Cette fonction est nulle, quand on prend pour $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un système fondamental correspondant à une solution V de l'équation (4). Une substitution Σ' effectuée sur $y_1, \ldots, y_m$ et qui n'appartient pas au groupe G ne peut laisser à Φ une valeur invariable, car une telle substitution revenant d'une manière générale à remplacer une solution de l'équation (2) par une autre, soit V par V', on aurait

$$f\left(x, \mathrm{V}', \frac{d\mathrm{V}'}{dx'}, \ldots, \frac{d^p\mathrm{V}'}{dx^p}\right) = 0,$$

et, par suite, V' satisfaisant à (4), la substitution Σ' appartiendrait au groupe G, dont les propriétés caractéristiques sont bien mises ainsi en évidence. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'écoulement sur un déversoir sans contraction latérale, quand la nappe déversante se trouve ou déprimée, ou noyée en dessous, ou adhérente au barrage;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. J'ai montré, en juin 1893 [1], comment peuvent se calculer à très peu près les principales circonstances de l'écoulement sur un déversoir

[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1327, 1415 et 1487.

sans contraction latérale, dans le cas relativement simple et le plus usuel d'une nappe déversante *libre*, c'est-à-dire au-dessous de laquelle l'air extérieur afflue librement par de larges ouvertures ménagées des deux côtés. Mais le cas où, ces ouvertures manquant, la prompte substitution d'une eau tourbillonnante à l'air inférieur bientôt entraîné rend la nappe *noyée en dessous*, sinon même *adhérente* à la face aval du barrage [1] grâce à une exagération de sa courbure, est aussi très fréquent dans la pratique; et il importe de voir si les indications de la théorie s'y accordent avec les expériences extrêmement variées (au nombre de plusieurs centaines), faites récemment par M. Bazin, qui les a décrites dans deux Mémoires insérés aux *Annales des Ponts et Chaussées* (numéros de novembre 1891 et de février 1894). En outre, le cas d'une nappe *déprimée*, ou au-dessous de laquelle reste confiné un certain volume d'air, à une pression moindre que celle de l'atmosphère, offre quelque intérêt, quoiqu'il faille des circonstances assez particulières pour le produire, et que surtout de fréquentes entrées ou sorties d'air, paraissant inévitables, rendent bien difficile sa réalisation dans des conditions constantes.

» Je me propose donc ici, premièrement, de reprendre la théorie, que j'avais déjà ébauchée en octobre 1887, de ces deux cas de la nappe déprimée et de la nappe noyée en dessous (avec ou sans adhérence au barrage), mais en tenant maintenant compte de tous les éléments mis en œuvre pour la nappe libre dans mes Notes de juin 1893, deuxièmement, de montrer que les résultats en sont d'accord avec les très nombreux faits constatés par M. Bazin, et spécialement avec trois formules empiriques, applicables l'une ou l'autre suivant la plus ou moins grande pression ou non-pression relative exercée sous la nappe, qui y résument les mesurages de débits.

» II. Au n° II de la première Note citée de 1893, j'avais établi que, non seulement dans le cas de la nappe libre, mais aussi dans celui, moins spécial, de la nappe déprimée, la contraction inférieure c, rapport, à la charge h, du petit relèvement ε qu'éprouvent les filets les plus bas en quittant le seuil, est, pour chaque inclinaison donnée a du barrage relativement à la verticale, une certaine fonction du rapport, N, de la pression p_0 exercée sous la section contractée à la pression $\rho g h$ mesurant la charge, et du rapport, K, des deux hauteurs respectives h', h de l'eau sur la section contractée et en amont du déversoir. Or ce principe s'étend de lui-même,

[1] Supposé d'une certaine épaisseur, sauf à sa partie supérieure que termine une simple crête horizontale située dans le plan de la face amont.

sauf changement de la fonction, au cas de la nappe noyée en dessous, quand le fluide tourbillonnant qu'elle recouvre est assimilé à un liquide *mort* dont la pression varierait hydrostatiquement avec l'altitude y, comme nous l'admettrons.

» Alors, en effet, il n'y a de changé, dans les équations du problème, que la condition (aux limites) définissant la surface inférieure de la nappe, condition devenue $p = N\rho gh + \rho g(\varepsilon - y)$ au lieu de $p =$ la const. $N\rho gh$. Mais, quoique moins simple, cette relation, divisée par ρgh, contient seulement le rapport, N, de p_0 à ρgh, celui de p à ρgh, et ceux de ε, y à h, rapports entre lesquels seuls elle contribue dès lors, concurremment avec les autres équations du problème, à établir des liaisons; et l'on en déduit, par suite, de même, que la contraction inférieure c, quotient de ε par h, dépend uniquement de a, N et K. Donc, c ne variera, pour le barrage *fixe* considéré, d'inclinaison a, qu'avec le rapport K des deux hauteurs d'eau h', h, *quand la pression relative* N *sous la section contractée sera constante :* nous appellerons c' sa dérivée en K.

» III. Cela posé, le principe de D. Bernoulli sur la conservation de la charge des filets fluides se combinera, comme dans mes précédentes Notes citées, avec l'équation régissant de proche en proche le changement de la pression dans la section contractée, le long d'une coordonnée z, comptée à partir de sa base normalement aux filets d'une même coupe verticale en long, qui sont censés y avoir acquis sensiblement, avec le parallélisme approché de leurs tangentes, un centre commun de courbure sous la nappe. Si R_0 désigne la distance de ce centre de courbure au bas de la section, où l'altitude sera encore, à fort peu près, $\varepsilon = ch$, et où la pression p deviendra $p_0 = N\rho gh$, l'on aura ainsi, pour la vitesse V et la pression p des divers filets à la traversée de cette section contractée, dont β désignera toujours le petit angle avec la verticale, les deux formules

$$(1)\quad V = \sqrt{2gh(1-c-N)}\,\frac{R_0}{R_0+z}, \qquad \frac{p}{\rho g} = h(1-c) - z\cos\beta - \frac{V^2}{2g}.$$

» Dès lors, en appelant encore η la hauteur de la section contractée, ou épaisseur de la nappe, évidemment telle, que $\eta\cos\beta = h' - \varepsilon = h(K - c)$; k le quotient du rayon R_0 de courbure des filets inférieurs par celui, $R_0 + \eta$, des filets supérieurs (à pression nulle), quotient inverse du rapport de leurs vitesses respectives V_0, V_1; enfin, introduisant, pour simplifier les

formules, un paramètre *positif* n [1] défini par l'équation

$$(2) \qquad N = (1-c)(1-n^2), \qquad \text{ou} \qquad n = \sqrt{1 - \frac{N}{1-c}},$$

il viendra aisément

$$(3) \quad k = \frac{R_0}{R_0+\eta} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1-K}{1-c}}, \qquad \frac{\eta}{h} = \frac{1-c}{\cos\beta}(1-k^2n^2), \qquad \frac{R_0}{h} = \frac{1-c}{\cos\beta}\,\frac{k}{1-k}(1-k^2n^2);$$

et l'expression du débit $q = \int_0^\eta V\,dz$ par unité de longueur du déversoir, ou plutôt celle du coefficient m de ce débit $q = mh\sqrt{2gh}$, sera, vu finalement la substitution permise de l'unité au cosinus du petit angle β,

$$(4) \qquad m = n\sqrt{1-c}\,\frac{R_0}{h}\log\frac{1}{k} = (1-c)^{\frac{3}{2}}(kn - k^3n^3)\frac{\log k}{k-1}:$$

c, n, k y sont des fonctions parfaitement déterminées de K et de N, dont la première est censée donnée et dont les deux autres résultent de la seconde (2) et de la première (3).

» Il faudra de plus, comme on sait, exprimer que, le niveau d'aval s'étant assez abaissé pour cesser de noyer en dessus le déversoir, ou K ayant suffisamment diminué à partir de 1 tandis que h et N étaient maintenus constants, le coefficient m de débit est devenu maximum, et que, par suite, sa dérivée en K (ou mieux celle de son logarithme) s'est annulée. Comme les premières relations (2) et (3), différentiées sous la condition $N = \text{const.}$, donnent d'ailleurs

$$(5) \qquad \frac{dn}{dK} = \frac{(n^2-1)c'}{2n(1-c)}, \qquad \frac{dk}{dK} = \frac{k^2c'-1}{2kn^2(1-c)},$$

il vient ainsi, toutes réductions faites, pour exprimer l'indépendance où se trouve désormais l'écoulement vis-à-vis du niveau d'aval [2], l'équation

$$(6) \qquad \frac{k^2n^2}{1-k^2n^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k} + \frac{1}{1-k}\right) = \frac{1+2n^2-3k^2n^2}{2(1-k^2n^2)}\,\frac{k^2c'}{1-k^2c'}.$$

---

[1] Ce paramètre revient à ce que j'appelais $\sqrt{1+n}$ dans mes Notes d'octobre 1887.

[2] Sauf par l'intermédiaire de la pression $N\rho gh$ sous la nappe, qui décroîtrait effectivement si ce niveau s'abaissait davantage; car elle n'est pas, en réalité, maintenue fixe. La communication, supposée ici, du dessous de la nappe avec une atmo-

» IV. Dans le cas (auquel ont été bornées les observations) d'un barrage ayant sa face d'amont verticale, la contraction inférieure c et sa dérivée c' en K sont assez petites pour qu'on puisse négliger les termes de l'ordre de leurs carrés ou produits, de même qu'on l'a déjà fait pour ceux de l'ordre de β^2. Alors le second membre de (6), où figure le facteur c', peut être supposé nul à une première approximation; et, si l'on appelle k_0 la valeur approchée correspondante de k, l'équation (6) devient

$$(7)\qquad \frac{k_0^2 n^2}{1-k_0^2 n^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k_0} + \frac{1}{1-k_0}\right) = 0, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{k_0^2 n^2} = 1 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k_0} + \frac{1}{1-k_0}\right)\right]^{-1}.$$

» On en déduit immédiatement, pour chaque valeur positive de k_0, une valeur unique de $k_0^2 n^2$, décroissante avec continuité de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ lorsque k_0 croît de zéro à 1, et puis de $\frac{1}{5}$ à zéro lorsque k_0 grandit de 1 à ∞. Ce dernier cas répond aux valeurs de R_0 négatives, c'est-à-dire aux nappes déversantes devenues concaves vers le haut sur la section contractée, située un peu à l'aval de l'endroit où la tangente aux filets inférieurs est horizontale : circonstance se produisant sous l'influence d'une suffisante pression $N\rho gh$ exercée en dessous.

» Le paramètre n^2 décroît, par suite, de ∞ à zéro, lorsque k_0 grandit de zéro à l'infini; et, à chaque valeur de n^2, il ne correspond qu'une valeur de k_0. Le calcul donne, par exemple, pour

$k_0 =$	0,275	0,30	0,325	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1	1,5	2,
$n^2 =$	3,0700	2,5575	2,1617	1,8497	1,3962	1,0891	0,8717	0,5926	0,4273	0,3217	0,2506	0,2	0,0840	0,0453.

» A une deuxième approximation, on peut évidemment mettre k_0 au lieu de k dans le second membre de (6), où figure le petit facteur c'; et le dénominateur $1-k^2c'$ y est de même réductible à 1. Quant au premier membre, on lui substituera le produit de sa propre dérivée en k, prise pour $k=k_0$, par le petit écart à évaluer $k-k_0$, et l'on trouvera, tous calculs faits, en résolvant finalement l'équation par rapport à k après avoir

---

sphère artificielle et intérieure à la pression donnée $N\rho gh$, est une pure fiction, destinée à isoler du problème réel, inabordable sans doute, sa partie accessible à notre Science actuelle, en laissant de côté celle qui ne paraît pas l'être, et qui consiste dans la relation existant effectivement entre la pression $N\rho gh$ sous la nappe et le niveau d'aval. En effet, les considérations théoriques que j'ai exposées dans une Note du 7 octobre 1889 (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 543), ne fournissent, comme je l'y ai indiqué, qu'une limite de N supérieure, généralement assez éloignée sans doute de la vraie valeur.

remplacé $\log k_0$ par sa valeur tirée de (7),

$$(8)\quad k = k_0(1 + Ac'),\quad \text{où}\quad A = \frac{1 - k_0}{1 - n^2 k_0^2}\,\frac{\frac{1}{n^2} + 2 - 3k_0^2}{\frac{1}{n^2 k_0^2} - 4k_0\frac{n^2(1-k_0)^2 + (1-n^2)}{(1-n^2k_0^2)^2}}.$$

» Lorsque k_0 croît de zéro à 1 (ce qui comprend les intervalles les plus importants), le coefficient A est positif et grandit, mais en restant inférieur à l'unité. Il égale, en effet, $\frac{1}{3}$ pour $k_0 = 0$; 0,3888 pour $k_0 = 0,3$; 0,4325 pour $n = 1$ ou $k_0 = 0,46854$ (cas de la nappe libre); 0,4840 pour $k_0 = 0,6$; enfin, $\frac{3}{4}$ pour $k_0 = 1$.

» Une valeur quelconque de n^2 ou, par suite, de k_0, étant censée donnée, la formule (8) et puis les relations (1) à (4), prises avec $\cos\beta = 1$, feront connaître toutes les circonstances de l'écoulement dans la section contractée, si l'on parvient enfin à déterminer, par l'observation ou autrement, la petite contraction inférieure c et sa dérivée c', pour la valeur spéciale de K qui correspond au maximum calculé de débit. Et comme la pression relative N sous la nappe, exprimée par (2), différera peu de $1 - n^2$ ou variera en sens inverse de n, il n'en correspondra également qu'une valeur à chacune de n; en sorte que, si c'est désormais N, et non plus n, qui est fourni directement, on connaîtra bien sans ambiguïté le régime cherché du déversoir.

» V. Il importe d'observer que la dernière expression (4) du coefficient m de débit, différentiée ci-dessus en K, dépend immédiatement des trois variables k, n, c, dont les deux dernières ont le facteur c' dans leur dérivée en K. Par suite, quand on a posé l'équation (6) du maximum en annulant la dérivée complète de m par rapport à K, c'est la dérivée partielle de m en k, seule, qui a fourni à l'équation (6) son premier membre, dont k_0 est justement la racine. Donc, si l'on fait, pour un moment, abstraction du facteur en $1 - c$ (assez peu variable d'ailleurs) dans l'expression considérée (4) de m, la fonction de n et de k restante aura, pour $k = k_0$, sa dérivée en k nulle, ou sera alors maximum relativement à k; et la substitution de k_0 à la vraie racine k de l'équation (6) la fera croître seulement d'une quantité négligeable de l'ordre de $(k - k_0)^2$. De plus, au même degré d'approximation, le facteur en $1 - c$ laissé de côté pour un instant est réductible à $1 - \frac{3}{2}c$; de sorte qu'il vient simplement, pour évaluer le débit, la formule, *indépendante de la petite dérivée* c',

$$(9)\quad m = M(1 - \tfrac{3}{2}c),\qquad \text{où l'on a posé}\qquad M = k_0 n(1 - k_0^2 n^2)\frac{\log k_0}{k_0 - 1}.$$

» Le coefficient M, variable surtout à raison de son dernier facteur (fractionnaire), décroît avec continuité, de l'infini à zéro, en même temps que n^2, ou quand la pression relative N exercée sous la nappe croît de $-\infty$ à 1. Un calcul aisé donne, pour les valeurs de n^2 inscrites au Tableau du numéro précédent, ou pour

$k_0 =$ 0,275	0,30	0,325	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1	1,5	2,
M = 0,6588	0,6352	0,6140	0,5946	0,5606	0,5315	0,5061	0,4640	0,4301	0,4020	0,3783	0,3578	0,2859	0,2416.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation des ondes électromagnétiques dans la glace, et sur le pouvoir diélectrique de cette substance.* Note de M. R. **Blondlot.**

« Dans une Note précédente (¹), j'ai énoncé la proposition suivante : La longueur des ondes qu'un oscillateur électromagnétique est susceptible d'émettre reste la même, quel que soit le milieu isolant dans lequel l'expérience est faite; autrement dit, la longueur d'onde dépend des dimensions de l'oscillateur seulement, comme, en Acoustique, la longueur des ondes émises par un tuyau dépend de la longueur du tuyau seulement.

» Les expériences de vérification décrites dans la Note citée ont porté sur l'essence de térébenthine et sur l'huile de ricin; la loi s'est montrée parfaitement exacte pour ces deux corps, et tout porte à croire qu'il en serait de même pour les autres diélectriques.

» Un doute subsistait néanmoins pour l'un d'eux, la glace, à cause des propriétés exceptionnelles qui lui ont été attribuées. Les expériences de M. Bouty assignent, en effet, à la glace un pouvoir diélectrique égal à 78, c'est-à-dire incomparablement plus grand que celui de toutes les autres substances (²). Soupçonnant que la loi relative à la propagation des ondes pourrait ne pas s'appliquer à un diélectrique si différent des autres, j'entrepris de soumettre la question à l'expérience.

» J'ai profité, pour faire ces recherches, des froids intenses et prolongés de l'hiver 1892-1893; M. M. Dufour m'a secondé dans leur exécution, que la rigueur de la température rendait difficile et même pénible : je le remercie pour son extrême obligeance en cette occasion.

» La méthode que j'ai employée est la suivante, identique, à quelques

(¹) *Comptes rendus*, séance du 25 juillet 1892.

(²) *Ibid.*, séance du 7 mars 1892.

modifications près, nécessitées par l'état solide du diélectrique, à celle que j'avais employée dans le cas de l'essence de térébenthine et de l'huile de ricin.

» Des ondes électromagnétiques sont transmises le long de deux fils de cuivre étamé, de $2^{mm},5$ de diamètre, tendus horizontalement et parallèlement l'un à l'autre à la distance de $0^{m},8$. Un résonateur de cuivre doré, le même qui m'avait servi dans le cas des liquides, est installé à poste fixe entre les fils; la portion des fils de transmission située au delà du résonateur est contenue dans une auge en bois, de 4^{m} de longueur. L'auge étant vide de liquide, on cherche où il faut placer un pont métallique mobile, joignant les fils au delà du résonateur, pour faire disparaître l'étincelle : la distance du pont au résonateur est alors le quart de la longueur d'onde propre au résonateur; on repère exactement la position du pont.

» Cela fait, j'entoure la partie du résonateur qui forme condensateur d'un sac étanche en papier parchemin que je remplis d'eau distillée bouillie, puis je fais geler cette eau : la lame d'air du condensateur est ainsi remplacée par une lame de glace. En mesurant de nouveau la longueur d'onde, on la trouve beaucoup plus grande que dans la première expérience : elle est devenue environ les $\frac{141}{100}$ de ce qu'elle était.

» J'emplis alors l'auge avec de l'eau que je fais geler, puis je cherche de nouveau la position du pont pour laquelle l'étincelle disparaît au résonateur : à cet effet, l'on casse et l'on enlève progressivement la glace à partir de l'extrémité de l'auge la plus éloignée du résonateur. J'ai constaté que cette position est *rigoureusement* la même que dans la première expérience, alors que le diélectrique était partout de l'air.

» L'expérience, répétée quatre fois, en faisant varier chaque fois la capacité du condensateur, a toujours donné le même résultat. La proposition relative à la longueur d'onde est donc vraie pour la glace comme pour les autres diélectriques. Par suite, comme je l'ai montré dans ma Note précédemment citée, la relation de Maxwell, d'après laquelle le pouvoir diélectrique est égal au carré de l'indice de réfraction, est également vérifiée dans le cas de la glace pour les ondulations électromagnétiques.

» Les résultats précédents, quelque peu imprévus, m'ont engagé à déterminer la constante diélectrique de la glace, en employant les ondulations électromagnétiques. En fait, l'expérience décrite plus haut me fournissait toutes les données nécessaires pour cette détermination.

» Si, en effet, l'on désigne par λ et λ' les longueurs d'onde correspondant à un résonateur donné, fonctionnant respectivement dans l'air et dans une substance de pouvoir diélectrique K, on a

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \sqrt{K}.$$

» Comme je l'ai rapporté plus haut, j'ai trouvé

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{141}{100},$$

d'où

$$K = 2, \quad \text{en nombre rond.}$$

» L'expérience, répétée une douzaine de fois, a toujours donné le même résultat: j'estime que l'erreur relative ne dépasse pas $\frac{1}{20}$, car la lame de glace était presque exempte de bulles d'air. D'après cela, la glace ne présenterait pas de propriétés diélectriques exceptionnelles.

» Il reste à expliquer comment MM. Bouty et A. Pérot ont trouvé, pour le pouvoir diélectrique de la glace, des valeurs d'un tout autre ordre. En premier lieu, dans la méthode de M. Bouty, la charge et la décharge du condensateur étaient énormément plus lentes que dans mes expériences. N'est-il pas dès lors vraisemblable que les grandeurs physiques mesurées par M. Bouty et par moi étaient en elles-mêmes fort différentes? En tous cas, on sait aujourd'hui trop peu de choses sur les propriétés diélectriques des corps, pour qu'il y ait lieu de s'étonner de la divergence des nombres obtenus par deux méthodes si dissemblables, si grande soit-elle.

» En second lieu, les résultats donnés par M. A. Pérot [1], qui opérait à l'aide de la méthode que j'ai décrite plus haut, sont erronés, comme il l'a reconnu depuis, par suite d'une omission importante dans le calcul des expériences [2]; en corrigeant cette erreur, les expériences de M. Pérot donnent, pour le pouvoir diélectrique de la glace, un nombre voisin de 2, comme les miennes propres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Magnétisme moyen du globe et isanomales du magnétisme terrestre*. Note de M. **Alexis de Tillo.**

« Ayant appliqué le principe des isanomales au magnétisme terrestre, j'ai obtenu quelques traits caractéristiques de la constitution magnétique du globe.

» En me servant des meilleures cartes magnétiques construites par Erman-Petersen, Sabine, Creak et Neumayer, j'ai calculé les valeurs

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 27 juin 1892.

[2] *Voir* plus loin une Note de M. Perot, p. 601.

moyennes des éléments magnétiques pour les parallèles, pour quatre époques, savoir : 1829, 1842, 1880, 1885. Ces éléments constituent le magnétisme moyen ou permanent du globe.

» Les résultats sont consignés dans les Tableaux suivants :

Éléments du magnétisme moyen ou permanent du globe.

Latitudes.	Déclinaison occ.				Inclinaison.				Potentiel. — Unités électriques.	
	1829.	1842.	1880.	1885.	1829.	1892.	1880.	1885.	1829.	1885.
70° nord....	1°,9	1°,9	1°,6	0°,7	80°,6	80°,7	80°,8	80°,6	0,29	0,29
60 »	1,6	2,8	2,3	2,5	75,5	75,5	75,3	75,1	0,28	0,29
50 »	1,8	1,9	1,5	1,4	62,8	68,7	68,5	68,4	0,25	0,25
40 »	0,9	1,1	0,7	0,7	60,1	60,7	59,8	59,8	0,21	0,21
30 »	0,7	0,4	0,4	0,4	48,9	49,4	48,7	49,0	0,17	0.16
20 »	0,5	0,6	0,5	0,5	34,6	34,9	34,4	34,2	0,11	0,11
10 »	0,5	0,4	0,7	0,7	17,2	17,4	16,7	16,0	0,06	0,05
Équateur...	0,6	0,9	0,9	0,9	— 1,8	— 1,4	— 3,3	— 3,2	0,00	0,00
10 sud.....	0,9	1,3	1,2	1,2	—20,2	—19,7	—21,6	—21,5	—0,06	—0,06
20 »	1,4	1,6	1,9	1,9	—35,9	—35,1	—37,1	—36,8	—0,11	—0,11
30 »	2,0	2,0	2,8	2,6	—48,3	—47,3	—48,6	—48,6	—0,16	—0,16
40 »	2,5	2,3	3,6	3,5	—57,6	—57,4	—57,4	—57,2	—0,20	—0,20
50 »	2,7	2,4	3,9	4,0	—64,9	—64,6	—64,4	—64,1	—0,25	—0,24
60 »	2,7	2,4	3,7	4,1	—70,8	—70,7	—70.2	—70,0	—0,28	—0,27

» Pour les forces totale, horizontale et verticale, il suffira de donner les moyennes générales qui correspondent à l'époque moyenne de l'an 1859. L'intensité est exprimée en unités électriques.

Intensité du magnétisme moyen ou permanent du globe.

Latitudes.	Forces totale.	horizontale.	verticale.
70° nord	0,58	0,09	+0,57
60 »	0,56	0,14	+0,55
50 »	0,54	0,19	+0,50
40 »	0,50	0,24	+0,43
30 »	0,45	0,29	+0,34
20 »	0,41	0,32	+0,23
10 »	0,37	0,34	+0,11
Équateur	0,35	0,34	—0,02
10 sud	0,36	0,32	—0,13
20 »	0,39	0,30	—0,23

Latitudes.	Forces totale.	horizontale.	verticale.
30° »	0,43	0,27	—0,32
40 »	0,47	0,24	—0,40
50 »	0,52	0,21	—0,47
60 »	0,57	0,18	—0,53

» Avec les valeurs moyennes de ces Tableaux, j'ai construit des *tables* et des *cartes* des *isanomales* de l'inclinaison, du potentiel et de l'intensité magnétique. En ce qui concerne la déclinaison, on s'aperçoit, d'après les données de mon premier Tableau, que chaque carte des lignes isogoniques est en même temps une carte des isanomales de la déclinaison, parce que les déclinaisons moyennes des parallèles ne diffèrent pas beaucoup de zéro.

» Un fait nouveau et important est que, *par rapport à chaque élément magnétique, le globe représente deux hémisphères dans le sens longitudinal.* L'un de ces hémisphères possède des valeurs plus grandes de l'élément respectif que l'autre hémisphère, et il existe une liaison évidente entre l'allure des isanomales des divers éléments.

» Par exemple, les lignes agoniques (de déclinaison zéro) se reproduisent sur les Cartes des isanomales de l'inclinaison, de la force verticale et du potentiel magnétique. Notamment, il y a coïncidence de la déclinaison zéro avec les valeurs maxima et minima de ces éléments sur les parallèles.

» Les isanomales de la force horizontale indiquent généralement que la surface du globe où la déclinaison est occidentale possède une plus faible force horizontale, tandis que l'hémisphère où prédomine la déclinaison orientale présente une plus grande force horizontale. »

M. **Haton de la Goupillière** annonce à l'Académie que M. *Cotteau*, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, a légué à l'École nationale supérieure des Mines sa magnifique collection d'Échinides fossiles.

« Voué depuis de longues années à l'étude de cette classe d'animaux, M. Cotteau était devenu l'une des premières autorités dans cette branche de la Paléontologie, ainsi que M. Blanchard l'a rappelé en termes éloquents dans la séance du 13 août dernier. L'École des Mines possède déjà, pour le même groupe, la collection Michelin, qui, bien que plus ancienne,

présente une grande valeur. La réunion de ces deux collections, que M. Cotteau avait toujours eue en vue, constituera un ensemble hors de pair, avec lequel il sera difficile à tout autre Musée de rivaliser sur ce terrain spécial. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, et des Postes et Télégraphes, pour la chaire de Constructions civiles, actuellement vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 39 :

M. Pillet obtient . . . . 39 suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39 :

M. Denfer obtient . . . . 38 suffrages.
M. Monduit » . . . . 1 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Pillet**.
En seconde ligne. . . . . M. **Denfer**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, diverses brochures de M. *Maignen*, relatives à la purification des eaux par le filtrage, à leur stérilisation, et à l'alimentation des villes en eau potable.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Duclaux, Bouchard.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir diélectrique de la glace.* Note de M. **A. Pérot.**

« J'ai publié, dans la séance du 27 juin 1892, le résultat d'expériences faites pour déterminer, par les oscillations électriques, la constante diélectrique de la glace.

» Dans le calcul de ces expériences, que j'avais conduit comme pour le verre, j'ai commis une erreur due à l'existence de la capacité extérieure qui, dans ces expériences, est altérée, le condensateur étant plongé tout entier ou en partie dans le diélectrique. M. Blondlot m'ayant signalé la discordance qui existe entre ses résultats et ceux que j'avais obtenus, j'ai repris les calculs et fait de nouvelles expériences dont je donne le résultat ci-dessous.

λ (air).	λ (glace).	$\sqrt{K}$.
91	130	1,43
91	133	1,46
136	186	1,37
136	197	1,44
151	215	1,42
149	214	1,44

Moyenne : $\sqrt{K} = 1,43$, $K = 2,04$.

CHIMIE. — *Étude des chaleurs latentes de vaporisation des alcools saturés de la série grasse.* Note de M. **W. Louguinine.**

« Les recherches qui font le sujet de cette Note ont été entreprises dans le but de rendre comparables entre elles les nombreuses données que nous possédons sur les chaleurs de combustion des diverses substances organiques liquides, en les ramenant à un état physique identique, celui de vapeur; c'est donc la détermination des chaleurs latentes de vaporisation qui fait le sujet du travail dont je publie actuellement en abrégé la première partie.

» En exécutant ces expériences, j'ai tâché de réaliser les conditions établies par Regnault dans ses recherches classiques sur les chaleurs latentes de vaporisation; seulement je suis parvenu à obtenir des résultats

précis en n'employant pour chaque expérience qu'à peu près 100^{gr} de liquide, tandis que Regnault croyait qu'un minimum de 1^{lit} était indispensable pour arriver à ce résultat.

» Dans un Mémoire qui doit paraître sous peu dans les *Annales de Chimie et de Physique*, je décrirai en détail l'appareil et la méthode d'expérimentation.

» Les substances que j'ai étudiées ont été préparées avec le plus grand soin, purifiées de toute trace d'eau, mises à l'abri de tout contact de l'humidité de l'air pendant l'expérience même. J'ai utilisé les chaleurs spécifiques déterminées par von Reiss (*Wied. Annalen*, XIII).

» 1. *Alcool éthylique.* — Il a été fait, avec cet alcool, en tout onze expériences, à des pressions voisines de 750^{mm}.

» Ces expériences formaient trois séries :

	cal
Moyenne de la première	201,15
» deuxième	202,58
» troisième	200,53

» Dans chacune des séries, les expériences extrêmes différaient de la moyenne de moins de $\frac{1}{400}$; la moyenne définitive des onze expériences est 201^{cal},42.

» Ce nombre, 201,42, est inférieur à celui qui a été trouvé par les autres expérimentateurs; Andrews seul donne un nombre voisin (202^{cal},04). Je crois pouvoir attribuer ce fait aux grandes précautions que j'ai prises pour opérer sur un alcool absolument anhydre, et éviter le contact de l'humidité de l'air; la moindre trace d'eau augmentait d'une manière notable la chaleur latente de vaporisation; ainsi Brix, en opérant sur un alcool contenant seulement $\frac{1}{2}$ pour 100 d'eau, a trouvé pour la chaleur latente la valeur 214^{cal},25 (*Pogg. Annalen*, 55, 1842). Regnault a trouvé, pour la chaleur latente totale de l'alcool à 80°, la valeur 266^{cal},0, et pour chaleur spécifique entre 8° et 0°, 0,76938, ce qui donnerait pour la chaleur latente de vaporisation — 204^{cal},45, nombre supérieur d'à peu près 1,5 pour 100 à celui que j'ai obtenu. W. Ramsay et Sidney Young (*Philos. Trans.*, 1886) ont calculé la chaleur latente de vaporisation de C^2H^6O en partant de la ormule $L = (s_1 - s_2)\frac{t}{I}\frac{dp}{dt}$, dans laquelle L est la chaleur latente de vaporisation, $s_1 - s_2$ les volumes de la vapeur saturée et du liquide, t la température absolue de l'ébullition du liquide, I l'équivalent mécanique de la chaleur, $\frac{dp}{dt}$ la variation de la pression avec la température. Ces sa-

vants ont trouvé, pour 80°, $L = 206^{cal},4$ (Table, p. 153). La différence entre ce nombre et celui que j'ai obtenu, par expérience directe, peut, je crois, être expliquée par la variété des données expérimentales entrant dans la formule employée; quant à la différence, relativement moins importante, entre mes nombres et celui de Regnault qui, pour la seconde série de mes expériences, est inférieure à 1 pour 100, elle peut être attribuée, je crois, à de légères différences dans le degré de pureté des échantillons d'alcool employés.

» 2. *Alcool propylique normal.* — J'ai opéré sur deux échantillons de substance, et fait avec chacun cinq expériences.

» *Échantillon a :* P. éb. : 96°,96, $H_0 = 751^{mm},03$. Moyenne $= 164^{cal},07$.

» L'expérience extrême en différait de $\frac{1}{164}$.

» *Échantillon b.* P. éb. : 96,81, $H_0 = 754^{mm},02$. Moyenne $= 163^{cal},19$.

» L'expérience extrême en différait de $\frac{1}{320}$.

» Je crois devoir adopter, pour la chaleur de vaporisation de cet alcool, la moyenne de la première série, le point d'ébullition semblant indiquer un plus grand degré de pureté de la substance employée. Ramsay et Young (*Ph. Transact.*, 1889) ont calculé la chaleur latente de cet alcool, à l'aide de la formule citée plus haut, et ont trouvé : pour 100°, $L = 164^{cal},0$; pour 90°, $L = 169^{cal},0$; ce qui donnerait, pour 96°,96, $L = 165^{cal},06$ environ, nombre très voisin de celui que j'ai obtenu par expérience directe.

» 3. *Alcool isopropylique.* — P. éb. $= 82°,19$, $H_0 = 750^{mm},31$.

» Reiss n'ayant pas déterminé la chaleur spécifique de cet alcool, j'ai cru pouvoir adopter le même nombre que celui donné pour l'alcool propylique normal, vu que généralement les chaleurs spécifiques des substances isomères ne diffèrent pas beaucoup entre elles.

» Il a été fait avec cet alcool quatre déterminations, à des pressions H_0 variant entre $746^{mm},6$ et $749^{mm},0$. Moyenne $= 159^{cal},72$.

» L'expérience extrême en différait de moins de $\frac{1}{300}$.

» 4. *Alcool butylique normal.* — P. éb. $= 106°,48$, $H_0 = 749^{mm},07$.

» Il a été fait avec cet alcool quatre expériences, à des pressions barométriques H_0 variant entre $746^{mm},4$ et $755^{mm},6$. Moyenne $= 138^{cal},18$.

» L'expérience extrême différait de nombre d'à peu près $\frac{1}{500}$.

» 5. *Alcool isobutylique :* P. éb. $= 107°,67$, $H_0 = 760^{mm},36$. — La chaleur spécifique de cette substance n'ayant pas été déterminée, j'ai cru éga-

lement pouvoir admettre dans les calculs le nombre trouvé pour l'alcool normal.

» Il a été fait avec cette substance quatre expériences à des pressions H_0 voisines de $746^{mm},0$. Moyenne $= 136^{cal},16$.

» L'expérience extrême en différait d'à peu près $\frac{1}{1300}$.

» 6. *Alcool amylique de fermentation :* P. éb. $= 130°,06$, $H_0 = 752^{mm},2$.

» La moyenne de quatre expériences faites à des pressions voisines de $750^{mm},0$ est $118^{cal},15$.

» L'expérience extrême en diffère de $\frac{1}{400}$.

» 7. *Hydrate d'amylène* (diméthyléthylcarbinol) : P. éb. $= 102°,08$, $H_0 = 753^{mm},0$. J'ai également adopté, pour la chaleur spécifique de cet alcool, le nombre trouvé pour son isomère, l'alcool de fermentation.

» Je n'ai pu faire avec cette substance que trois déterminations. Moyenne $= 110^{cal},37$.

» L'expérience extrême en diffère d'à peu près $\frac{1}{110}$.

» Toutes ces déterminations ont été faites à des pressions barométriques variant entre 745^{mm} et 755^{mm} : elles sont donc parfaitement comparables entre elles; la seule cause d'incertitude que ces recherches puissent présenter doit se trouver, selon moi, dans l'adoption des mêmes chaleurs spécifiques pour les divers alcools isomères, ce qui ne peut pas être absolument exact. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas particulier de l'attaque du glucose par les alcalis.* Note de M. **Fernand Gaud.**

« Dans une séance récente de l'Académie, M. H. Causse indiquait une méthode pour étudier de plus près la marche de l'oxydation des corps à fonctions alcooliques. Son procédé, qu'il appliquait à l'étude de l'action de l'acide azotique sur la glycérine, consiste à faire intervenir un oxyde métallique capable de fournir, avec un des acides produits, un composé salin insoluble dont la formation limite la réaction à cet acide. Cette méthode, qui n'est que l'application à un cas particulier d'une loi générale, nous l'avons utilisée dans nos recherches sur la capacité réductrice du glucose et les produits de décomposition qui en résultent, recherches que nous poursuivons depuis bientôt cinq ans.

» L'action de l'oxyde de cuivre alcalin sur le glucose ne se traduit pas

seulement par l'oxydation du glucose, qui se trouve transformé en acides tartronique, formique et oxalique, ces deux derniers en très minime quantité vis-à-vis de l'autre. Une fraction du poids du glucose (dont la valeur dépend à la fois des conditions physiques de l'expérience et du rapport du poids de glucose employé au poids exigé pour une réduction complète) est attaquée par l'alcali libre, et changée en produits complexes dont la formation n'a pas été encore bien justifiée. Nous avons pu constater de ce fait la présence des acides lactique, oxyphénique et oxalique, puis de deux corps isomères de l'acide dioxyphénylpropionique, et, dans le cas où le glucose a été mis en excès, des acides mélassique et glucique, constituant la plus grande partie des corps laissés de côté sous le nom de *résines*. Tous ces corps sont produits par une réaction complète de la base sur le glucose.

» La méthode des oxydes métalliques nous a fourni la confirmation la plus évidente de la théorie de cette réaction, théorie à laquelle d'autres inductions nous avaient conduit.

» Il y a tout d'abord, pour les molécules de glucose soumises à l'action de l'alcali, formation d'acide glucique par simple déshydratation. Mais cet acide ne subsiste pas, étant en entier dédoublé en pyrocatéchine et acide gluconique, d'après le schéma $C^{12}H^{18}O^9 = C^6H^6O^2 + C^6H^{12}O^7$. Ce dernier subit aussi un dédoublement qui donne naissance aux acides lactique et glycérique $C^6H^{12}O^7 = C^3H^6O^3 + C^3H^6O^4$. L'acide glycérique, en présence de la base, est transformé en acides lactique et oxalique. Entre l'acide lactique et la pyrocatéchine, demeurant à l'état libre, se produit une double éthérification réciproque, en vertu de laquelle on trouve deux éthers isomères de l'acide hydrocaféique $C^9H^{10}O^4$. L'un est acide et répond à la constitution $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} O - CH \left\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H\,(1) \end{matrix} \right. \\ OH\,(2) \end{matrix} \right.$, l'autre à la fonction alcoolique $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CO^2 - CH\,OH - CH^3\,(1) \\ OH^2\,(2) \end{matrix} \right.$. Il ne se forme pas trace d'éther bi-acide. De tous ces produits les acides oxyphénique, lactique et leurs éthers, et l'acide oxalique demeurent seuls, et on peut les isoler. Les autres se transforment à l'état naissant, et pour se rendre compte qu'ils sont bien des points intermédiaires dans la réaction, il faut opérer en présence successivement des différents oxydes métalliques capables de précipiter chacun d'eux. La réaction se limite, chaque fois, à l'acide mis en cause, et il manque tous les produits à qui il donne normalement naissance.

» Afin de produire les précipités dans de bonnes conditions d'observation, il importe que l'oxydule cuivreux reste dissous : ce résultat est facilement obtenu en ajoutant une petite quantité d'ammoniaque, qui ne vient modifier en aucune manière l'action de l'alcali. Le poids de glucose doit être théorique, pour obtenir un liquide incolore.

» On doit, en outre, tenir compte de ce que la plus grande partie du glucose, échappant à l'alcali, se trouve oxydé en acides gluconique, saccharique, et enfin tartronique. Dans les conditions normales, ce dernier seul subsiste; mais on est exposé à faire apparaître l'un ou l'autre des deux premiers, dès qu'on emploiera un oxyde capable de former un sel insoluble avec celui-là même.

» Ainsi l'hydrate de plomb précipite les acides glucique et gluconique : il est impossible de caractériser dans la liqueur filtrée aucun des produits dérivés de ces premiers termes des deux séries.

» L'hydrate de cadmium, que la présence du glucose maintient en dissolution dans le liquide alcalin, fournit du gluconate de cadmium. L'oxydation par l'oxyde de cuivre s'est arrêtée à son premier terme, et l'on ne trouve ni acide saccharique, ni acide tartronique; mais on peut retirer de la pyrocatéchine formée de l'acide glucique en même temps qu'une autre portion d'acide gluconique.

» Le chlorure stanneux sépare l'acide lactique : les acides gluconique et glucique ont disparu; seuls la pyrocatéchine et ses éthers lactiques demeurent. De même pour les produits normaux condensés en acide tartronique.

» L'hydrate bismuthique rend stable l'acide glycérique, avec lequel il donne un glycérate neutre. Dans cet essai, la chaux ne décèle point d'acide oxalique, produit ultime de l'acide glycérique.

» Il est donc très facile, par cette méthode, d'analyser la réaction et de la suivre pas à pas. Elle nous a permis, dans le cas présent, d'établir en toute sûreté le processus chimique du travail secondaire dû à l'alcali [1]. »

---

[1] Laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie de Marseille.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'aldéhyde formique gazeux destiné à la désinfection.* Note de MM. **R. Cambier** et **A. Brochet**, présentée par M. Friedel.

« Une Note de M. Trillat, présentée dans la dernière séance, sur l'action antiseptique des vapeurs d'aldéhyde formique, nous oblige à publier, dès à présent, quelques uns des résultats que nous avons obtenus sur ce sujet dont nous nous occupons depuis quelques mois pour le Service de l'assainissement de la ville de Paris.

» Nous avons cherché à préparer l'aldéhyde formique par deux procédés : 1° dépolymérisation du trioxyméthylène par la chaleur; 2° production directe par la combustion incomplète de l'alcool méthylique.

» Mais une première étude s'imposait. On sait avec quelle facilité se polymérise la formaldéhyde; pouvions-nous espérer que ce corps, si antiseptique à l'état de gaz, ne se transformerait pas spontanément en son polymère, le trioxyméthylène, complètement inactif vis-à-vis des bactéries et de leurs spores?

» Le trioxyméthylène qui nous a servi se prépare très aisément en additionnant la solution d'aldéhyde à 40 pour 100 du commerce du quart environ d'acide sulfurique. La polymérisation s'effectue du jour au lendemain; un simple lavage à l'eau ammoniacale, puis à l'eau pure, donne le trioxyméthylène absolument pur.

» Si l'on introduit une certaine quantité de trioxyméthylène dans une éprouvette retournée sur le mercure et que l'on chauffe, ce corps se décompose en donnant de l'aldéhyde formique gazeux. Si l'on cesse de chauffer, on voit, dès que le tube est froid, un corps blanc se déposer sur ses parois et le mercure remonter jusqu'en haut. Dans ce cas, la repolymérisation est totale et presque instantanée.

» En répétant cette expérience, en laissant une petite quantité d'air dans l'éprouvette, la repolymérisation a également lieu, mais elle est d'autant plus lente que la quantité d'air est plus considérable. Si l'air est en très grand excès, ce qui se produit dans le cas pratique de la désinfection, la transformation en polymère est négligeable; c'est ainsi que l'atmosphère d'une cloche de 20^{lit}, dans laquelle on avait volatilisé quelques centigrammes de trioxyméthylène, s'est montrée aussi antiseptique après huit jours d'abandon que le premier.

» En projetant du trioxyméthylène sur une plaque chauffée vers 200°, on le voit se volatiliser et l'on sent l'odeur si piquante de l'aldéhyde formique; mais celui-ci, se mélangeant mal à l'atmosphère, reste à un grand état de concentration et se retransforme en son polymère que l'on voit sous la forme d'un nuage blanc à peu de distance de la plaque. Il faudrait donc employer un appareil qui permît de mélanger rapidement les vapeurs aldéhydiques et dès lors disparaît la simplicité tentante de ce dispositif.

» Nous avons songé alors à utiliser la réaction classique d'Hofmann pour la production de l'aldéhyde formique gazeux. Dans ce but, nous avons fait construire un appareil composé d'un brûleur et d'un réservoir. Le brûleur est formé d'une bourre d'amiante contenue dans un tube métallique percé de nombreux trous à sa partie supérieure, et recouvert d'un large *dé* de toile de platine. Pour modérer l'afflux de l'oxygène atmosphérique, ce qui a une importance capitale au point de vue des rendements, nous employons un régulateur analogue à celui bien connu du bec Bunsen; ce régulateur est surmonté d'une lame de mica formant cheminée. L'appareil ainsi disposé fonctionne très régulièrement, sans danger d'incendie; les brûleurs, suivant la capacité de la salle à désinfecter, peuvent s'adapter en nombre variable sur le réservoir d'alcool méthylique à niveau constant.

» Les premiers essais faits avec cet appareil remontent au mois de mai, ainsi qu'en témoigne un Mémoire publié par M. le Dr Miquel [1] *Sur la désinfection des poussières d'appartement*, Mémoire cité dans sa Note par M. Trillat, qui n'ignorait donc pas l'existence de nos recherches.

» Les procédés usités pour le dosage de l'aldéhyde formique sont peu exacts et du reste inapplicables quand ce corps est contenu dans un mélange gazeux. Nous publierons bientôt un procédé entièrement nouveau, basé sur l'action de l'aldéhyde formique sur l'urée, et qui nous sert à établir le rendement de nos lampes.

» Nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences; les unes, faites au laboratoire de Bactériologie de Montsouris, dans des cloches de grande capacité, nous ont permis de stériliser, à coup sûr, les poussières habituelles des appartements, ainsi que les cultures de différents organismes pathogènes; les autres, effectuées sur une plus grande échelle, dans des salles inoccupées de l'ancien collège Rollin, nous ont donné d'abord des ré-

---

[1] MIQUEL, *Annales de Micrographie*, t. VI, p. 365.

sultats moins satisfaisants; on se heurte à de nombreuses difficultés quand on veut appliquer à la pratique les résultats du laboratoire.

» Quelques-unes sont déjà vaincues, et nous n'indiquons aujourd'hui ces travaux que pour établir notre droit à continuer des recherches poursuivies par nous déjà depuis plusieurs mois. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Fabrication de l'alumine au moyen des argiles.* Note de M. **Joseph Heibling.**

« Dans l'état actuel de la fabrication de l'alumine, on se heurte presque toujours à deux difficultés principales : la présence inévitable de la silice, et le prix de revient trop élevé du produit. Le procédé suivant m'a donné d'excellents résultats.

» Soit une argile d'une teneur donnée en alumine. Pour chaque molécule d'alumine, on incorpore à la pâte d'argile 3 molécules de sulfate d'ammoniaque [SO^4, $(AzH^4)^2$], et un poids à peu près égal de sulfate neutre de potasse (SO^4, K^2); 1 molécule de sulfate de potasse suffirait théoriquement. Le tout est malaxé d'abord, puis passé dans une machine à briques, qui débite le tout en briques creuses.

» Ces briques sont cuites à une température de 270°C. à 280°C. A cette température, le sulfate d'ammoniaque se décompose en sulfate acide d'ammoniaque (SO^4, H, AzH^4) et en gaz ammoniac qui se dégage et peut être recueilli par un condensateur. L'acide du sulfate acide d'ammoniaque se porte d'abord sur le sulfate neutre de potasse, qui devient sulfate acide de potasse; ensuite, ce dernier, en présence de l'alumine, de l'argile, et à cette température, se neutralise par l'alumine pour former du sulfate double d'alumine et de potasse, c'est-à-dire de l'alun absolument fixe. Les briquettes ainsi alunées sont épuisées au moyen d'un système de lavages méthodiques.

» La silice peut être utilisée pour ciment.

» L'alun obtenu est débarrassé du fer par recristallisation et sa solution peut être traitée par l'ammoniaque qui a distillé, en vue de la précipitation de l'alumine. On régénère ainsi les sels primitifs de sulfate de potasse et de sulfate d'ammoniaque.

» Malheureusement l'alumine ainsi obtenue est gélatineuse. Pour l'obtenir grenue, on étale l'alun pulvérulent sur des claies étagées dans une tourelle qu'on fait traverser dans toute sa hauteur par l'ammoniaque chaude et humide, provenant de la cuisson des briquettes. Dans ce cas, l'alun se transforme sur place en un mélange de sulfate d'ammoniaque, de sulfate de potasse, et en alumine grenue qui garde la forme sablonneuse de la poudre d'alun utilisée, et se prête avec la plus grande facilité aux lavages et à la calcination.

» Cette alumine est chimiquement exempte de silice, son alun ayant été

obtenu dans une atmosphère alcaline. Quant au fer, il a été facile de l'éliminer des aluns par quelques cristallisations.

» Enfin, elle est facile à mettre en sulfate, et ce dernier peut être utilisé lui-même pour la préparation des divers aluns. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination des graines oléagineuses.* Note de M. Leclerc du Sablon.

« Je me suis proposé d'étudier les transformations chimiques qui se produisent pendant la germination des graines oléagineuses; je prendrai comme exemple les graines de Chanvre.

» Les graines entourées du péricarpe sont mises à germer dans une étuve dont la température est maintenue à 22°. La germination se fait ainsi d'une façon uniforme, et le degré de développement des plantules peut être indiqué par la longueur de la radicule. Les graines arrivées à des degrés différents de développement sont desséchées dans une étuve à 45°, puis pilées et pesées. L'huile est extraite par l'éther anhydre; la matière épuisée par l'éther est traitée par l'eau, afin de dissoudre les sucres. La solution ainsi obtenue est divisée en deux parties égales : une moitié sert à doser directement le glucose au moyen de la liqueur de Fehling; l'autre moitié, traitée par l'acide chlorhydrique étudiée, donne la quantité totale d'hydrates de carbone transformables en glucose.

Tableau I.

Longueur de la radicule.	Poids de la matière sèche.	Huile.		Glucose.		Hydrates de carbone.	
cm	gr	gr		gr		gr	
0	6,976	2,113	(30 %)	0,190	(2,7 %)	0,260	(3,8 %)
0,8	5,917	1,830	(30 %)	0,100	(1,6 %)	0,115	(1,9 %)
2,0	2,997	0,736	(24 %)	0,195	(6,5 %)	0,205	(6,8 %)
2,5	3,345	0,594	(17 %)	0,455	(13,6 %)	0,435	(13,0 %)
5,0	2,762	0,397	(14 %)	0,390	(14,1 %)	0,360	(13,0 %)

» Il faut d'abord remarquer qu'au début de la germination, la proportion d'huile reste constante, quelquefois même augmente légèrement, le poids total de la graine diminuant plus vite que le poids de l'huile; ensuite, la teneur en huile diminue constamment, comme dans toutes les graines oléagineuses qui ont été étudiées. La quantité d'acide gras, qui n'est pas indiquée sur le Tableau ci-dessus, est faible et augmente avec le développement de la plantule.

» Les variations de la quantité de glucose et d'hydrates de carbone

donnent lieu à des remarques plus complexes. Pour interpréter et compléter les résultats indiqués dans le Tableau I, j'ai fait une seconde série de dosages avec des graines arrivées respectivement au même état de développement.

» Après avoir extrait l'huile par l'éther, je traite le résidu non plus par l'eau, mais par l'alcool à 85° qui dissout les sucres, mais laisse les dextrines et les diastases. J'obtiens ainsi les résultats suivants, en dosant le glucose dans une moitié du liquide et les hydrates de carbone dans l'autre moitié.

Tableau II.

Longueur de la radicule.	Poids de la matière sèche.	Glucose.		Hydrates de carbone.	
cm	gr	gr		gr	
0	5,251	traces		0,165	(3,1 °/₀)
0,8	6,210	0,045	(0,7 °/₀)	0,125	(2,0 °/₀)
2,0	3,071	0,075	(2,4 °/₀)	0,180	(5,8 °/₀)
2,5	3,173	0,140	(4,4 °/₀)	0,260	(8,1 °/₀)
5,0	3,420	0,210	(6,1 °/₀)	0,400	(11,6 °/₀)

» D'après ce second Tableau, on voit que les graines non germées ne renferment pas de glucose, mais une quantité notable d'un sucre qui ne devient réducteur qu'après avoir subi l'action de l'acide chlorhydrique étendu; ce sucre est un saccharose, qui joue dans la graine le rôle de matière de réserve. Lorsque la germination est commencée, le saccharose consommé par la plantule se trouve en quantité moindre; le glucose, au contraire, provenant d'abord de l'interversion du saccharose, puis de la digestion de l'huile, existe en quantité de plus en plus considérable. Ensuite, lorsque la germination est plus avancée, la proportion de sucre non réducteur, qui avait d'abord diminué, augmente et continue à croître en même temps que la proportion du sucre réducteur.

» On peut expliquer ce résultat en supposant que la digestion de l'huile s'opère d'une façon analogue à celle de l'amidon. On sait que, pendant la germination des graines à réserve amylacée, l'amidon, après une série assez complexe de réactions, est transformé en maltose, et que le maltose est finalement transformé en glucose. Les chiffres portés au Tableau II s'accordent parfaitement avec une semblable hypothèse. L'avant-dernier terme de la digestion de l'huile serait un saccharose à pouvoir réducteur nul ou faible, qui serait finalement transformé en glucose.

» Dans le Tableau II, on trouve moins d'hydrates de carbone que dans le Tableau I; cela provient sans doute de ce que les graines renferment

des hydrates de carbone, tels que la dextrine, qui sont insolubles dans l'alcool.

» Il est maintenant facile d'expliquer les contradictions qui semblent exister entre le Tableau I et le Tableau II. La quantité de glucose est beaucoup plus considérable dans le Tableau I que dans le Tableau II. Cela tient à ce que, dans le premier cas, l'eau en dissolvant les sucres dissout en même temps les diastases contenues dans les graines et, notamment, l'invertine qui transforme le sucre non réducteur en sucre réducteur. Cette transformation, qui s'effectue normalement dans la cellule vivante, s'est donc opérée pendant les manipulations, en dehors de l'organisme. D'ailleurs, si dans le Tableau I la quantité de glucose est supérieure à la quantité totale d'hydrates de carbone, cela tient à ce qu'une certaine quantité de sucre a été détruite pendant l'ébullition dans l'acide chlorhydrique.

» Il m'a été possible de démontrer directement l'action de l'invertine dans les expériences du Tableau I.

» Je prends $6^{gr},696$ de graines desséchées, dont la radicule a atteint 1^{cm} de longueur; j'extrais l'huile; je traite le résidu par l'alcool à 85°, qui dissout les sucres et laisse les diastases. En utilisant pour le dosage une partie seulement du liquide, je trouve $0^{gr},100$ de glucose et $0^{gr},335$ d'hydrates de carbone. Je reprends par l'eau la matière épuisée par l'alcool; j'ai ainsi un liquide qui renferme en dissolution les diastases de la graine et une quantité à peu près nulle de sucre; je mélange cette solution au liquide qui contenait $0^{gr},100$ de glucose et $0^{gr},335$ d'hydrates de carbone, et, au bout d'un jour, je constate que tous les hydrates de carbone ont été transformés en glucose.

» Les graines de Lin, de Colza, de Pavot, d'Arachide et de Ricin m'ont donné des résultats analogues, que je compte exposer prochainement en détail. Une Note déjà publiée [1] renferme mes premières observations sur le Ricin. »

SÉRICICULTURE. — *Expériences sur les œufs des vers à soie du mûrier, race annuelle.* Note de M. **Victor Rollat.**

« On sait que nos graines de vers à soie, soumises aux seules influences de la température, ne peuvent éclore qu'après qu'elles ont subi, pendant

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 16 octobre 1893.

un temps plus ou moins long, l'influence d'une température froide. Il y a longtemps déjà que M. E. Duclaux a démontré ce fait expérimentalement.

» J'ai été conduit à me demander quel serait l'effet de la *compression*. Au mois d'octobre 1891, je comprimai, dans un nouet très serré, 2^{gr} à 3^{gr} de graines, pondues depuis plusieurs mois, mais n'ayant pas encore subi l'action du froid. Après une douzaine de jours de compression, je remis ces graines en liberté : des éclosions s'y produisirent quinze ou vingt jours après, alors qu'il n'y en eut aucune dans le lot de comparaison.

» Pour savoir si l'air comprimé produirait les mêmes résultats, j'ai imaginé un petit appareil, que j'ai nommé *couveuse à air comprimé*, et avec lequel j'ai pu faire, l'année dernière, des expériences sur des graines pondues depuis plusieurs mois; j'ai toujours obtenu des éclosions.

» Voici enfin une expérience, faite cette année même, et qui ne laisse plus de doute sur l'action de l'air comprimé.

» Le 9 juin, à 2^h de l'après-midi, je divisai, en six morceaux chacune, trois cellules (petits carrés de toile) contenant chacune la ponte d'une femelle. Ces œufs avaient été pondus dans la nuit du 8 au 9 juin, c'est-à-dire depuis moins de vingt-quatre heures. Je mis cinq morceaux de chacune de ces cellules dans la couveuse et je donnai une pression de 3^{kg} à 4^{kg} (ou atmosphères). Le sixième morceau servait de lot témoin, et était placé à côté de la couveuse.

» La température du local où se faisait l'expérience variait, suivant les jours, entre 25°C. et 28°C.

» Toutes les vingt-quatre heures, je retirai de la couveuse un échantillon de chaque ponte et je mis ces échantillons à côté des lots témoins.

» Les éclosions commencèrent le 18 juin, et elles durèrent trois ou quatre jours.

» La ponte n° 3 n'a donné aucune éclosion.

» Pour les deux autres pontes, ni les lots témoins, ni les échantillons qui sont restés vingt-quatre heures seulement dans la couveuse n'ont donné d'éclosions.

» Quant aux autres échantillons, en voici les résultats :

		Vers nés.	Nombre d'œufs soumis à l'expérience.	
Ponte n° 1.	Après 48 heures de compression...	6	58	Soit 10 pour 100
	» 3 jours » ...	12	33	» 36 »
	» 4 » » ...	6	36	» 16 »
	» 5 » » ...	27	65	» 41 »
Ponte n° 2.	» 48 heures » ...	22	71	» 30 »
	» 3 jours » ...	23	78	» 29 »
	» 4 » » ...	42	89	» 47 »
	» 5 » » ...	32	76	» 42 »

» Cette expérience n'a donné de résultats que parce que les graines étaient fraîchement pondues, car la première condition pour réussir est de donner aux graines, pendant tout le temps qu'elles sont comprimées, une température de 15°C. ou 16°C. seulement.

» Avec une pression de 6^{atm} ou 8^{atm}, et un séjour dans la couveuse d'une quinzaine de jours, on peut faire cette expérience à n'importe quel moment de l'année. »

M. J. **Posno** adresse une Note relative aux résultats fournis par un procédé de distillation des ordures ménagères.

La distillation des ordures ménagères, préalablement mélangées de charbon gras, a permis d'obtenir à la fois un engrais et un combustible, en transformant l'ammoniaque obtenue en sulfate, et le résidu fixe en briquettes. L'opération, effectuée dans un petit four à gaz ordinaire, à une seule cornue, a donné une quantité de gaz suffisante pour qu'on pût l'employer comme unique combustible au chauffage du four.

M. F. **Larroque** signale les ravages produits par le microbe du charbon dans les pâturages des hauts plateaux des Pyrénées, et particulièrement sur le versant français.

L'auteur attribue ces ravages, en grande partie, à l'habitude qu'ont conservée les bergers, de laisser sur place les cadavres des animaux morts de maladie, après les avoir simplement dépouillés de leur peau.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er octobre 1894.

Traité élémentaire de Chimie (notation atomique), par L. Troost, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. petit in-8°.

Détermination analytique d'une formule nouvelle de la dispersion de la lumière dans les milieux homogènes isotropes considérée jusqu'ici comme une formule empirique, par Eug. Ferrou. [Extrait des *Publications de l'Institut grand-ducal de Luxembourg* (Section des Sciences naturelles)]. Luxembourg, L. Bück, 1894; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Octobre 1894. Tome III. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XX. N° 9. Paris, Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, tome XXX. N° 7. 1er octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés. N° 2. Septembre-octobre 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 9, 15 septembre 1894. Genève, 1894; 1 fasc. in-8°.

Congrès internationaux d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique et de Zoologie à Moscou le 10/22-18/30 août. Matériaux réunis par le Comité d'organisation des congrès concernant les expéditions scientifiques, les excursions et les rapports sur les questions touchant les congrès. Moscou, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Proceedings of the Royal physical Society. Session 1893-1894. Edinburgh, M. Farlane et Erskine, 1894; 1 vol. in-8°.

Organisation de l'étude climatérique spéciale de la Russie et problèmes de la Météorologie agricole, par A. Klossovsky, professeur à l'Université d'Odessa. Odessa, N. Chryssoghelos, 1894; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1894.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Octobre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Quatrième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome X. Année 1894; fasc. n° 3; 1 br. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Juin 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 40, séance du 2 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Étude sur la vie et les travaux du lieutenant-colonel d'artillerie Boileau, Correspondant de l'Institut, par Aimé Schuster. (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Metz*.) Metz, 1894; 1 br. in-8°.

L'Astronomie. Revue mensuelle d'Astronomie populaire, de Météorologie, de Physique du globe et de Photographie céleste, publiée par Camille Flammarion. N° 10. Octobre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

Organisation de l'étude climatérique spéciale de la Russie et problèmes de la Météorologie agricole, par A. Klossovsky, professeur à l'Université d'Odessa. Odessa, N. Chryssoghelos, 1894; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie. 2e série. Vol. XVIII. 1890; 1 vol. in-4°.

Publications of the Lick observatory of the University of California. Volume III. 1894; Sacramento, A.-J. Johnston; 1 vol. in-4°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers; with other selected and abstracted Papers. Vol. CXVIII. London, James Forrest, 1894; 1 vol. in-8°.

The gas and petroleum yielding formations of the central valley of California, by W.-L. Watts, M. E. assistant in the Field. Sacramento, A.-J. Johnston, 1894; 1 vol. in-8°.

Observatorio meteorologico de Manila. Observaciones verificadas durante el mes de mayo de 1893. Manila, Ramirez, 1894; 1 fasc. gr. in-4°.